

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1040 U.S. PTO
09/775841
02/01/01



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2000年 2月 4日

出願番号
Application Number: 特願2000-028145

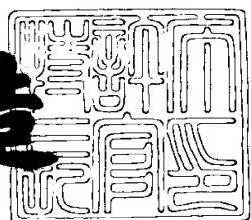
出願人
Applicant(s): 株式会社フジクラ

#01 Reissue
6/13/01
C. McKinney

2001年 1月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3110300

【書類名】 特許願
【整理番号】 990670
【提出日】 平成12年 2月 4日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G02B 6/00
【発明の名称】 光スイッチ
【請求項の数】 1
【発明者】
【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
【氏名】 佐久間 健
【発明者】
【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
【氏名】 藤田 大吾
【発明者】
【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
【氏名】 関口 利貞
【発明者】
【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
【氏名】 細谷 英行
【特許出願人】
【識別番号】 000005186
【氏名又は名称】 株式会社フジクラ
【代理人】
【識別番号】 100064908
【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704943

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光スイッチ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 クラッド層の中に、光を導波するコアが設けられ、このコアが、実質的に、その途中で分岐部を介して複数のコアに分岐しており、この分岐部を加熱するヒータと、分岐した複数のコアを加熱するヒータが設けられている光スイッチであって、

分岐部を加熱するヒータと、分岐した複数のコアを加熱するヒータとが、別々に制御されるようになっていることを特徴とする光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は熱光学効果を利用した光スイッチに関し、特に挿入損失の低減を図るものである。

【0002】

【従来の技術】

次世代光通信網においてはクロスコネクト技術がキーテクノロジーのひとつである。次世代光通信網においては、様々な形態の光スイッチが用いられることが想定される。

一例として熱光学効果を利用した光スイッチがあり、種々の提案がなされている。

【0003】

図5(a)は従来の光スイッチの一例を示した平面図、図5(b)は図5(a)に示したA-Aにおける断面図である。

図中符号2は基板であり、この基板2の上にクラッド層3が形成され、その内部にY型コア4が配置されている。

基板2としては、例えばシリコン基板などが用いられる。クラッド層3、Y型コア4は透明材料から形成されている。

Y型コア4は光を導波するように、クラッド層3よりも高屈折率の材料から形

成されている。また、Y型コア4は後述するように加熱によって屈折率が変化しやすいように、好ましくはプラスチックから形成される。

クラッド層3の材料としてはY型コア4と同様のプラスチックなどが好ましく用いられる。

【0004】

Y型コア4は、1本の断面四角形の柱状のコアが途中で2本に分岐しており、入射側から伸びる1本の入射側直線部4aと、その出射側に形成された、この入射側直線部4aの幅が徐々に拡大している分岐部4bと、この分岐部4bから伸びる2本の分岐コア5a、5bが相互に離れるように曲線状、または直線状に配置された分離部4cと、さらにこれらの分岐コア5a、5bが平行に配置された出射側直線部4dとから構成されている。

分岐部4bにおいては、その頂点から入射側直線部4aが伸び、この頂点に向する底辺から分岐コア5a、5bが伸びている。

Y型コア4の入射側のポート6aと、出射側のふたつのポート6b、6cは、基板2の上下面と平行な同一平面上に配置されている。

【0005】

クラッド層3の上には、チタン、金、アルミニウムなどの導電体薄膜からなる線状のヒータ7、8が、Y型コア4の外側に、このY型コア4の長さ方向にそつて、入射側直線部4aの途中から分岐部4bを経て分離部4cまで設けられている。ヒータ7は分岐コア5a側に設けられ、ヒータ8は分岐コア5b側に設けられている。

なお、これらヒータ7、8の両端部には、Y型コア4の外側に長方形状の電極パッド7a、7aおよび電極パッド8a、8aがそれぞれ設けられており、これらには、それぞれ外部電極が接続されている。電極パッド7a、7aおよび電極パッド8a、8aはヒータ7、8と同様の材料からなる薄膜状のものである。

【0006】

また、入射側直線部4aにおいては、ヒータ7、8と適切な距離が設けられており、分岐部4bおよび分離部4cにおいては、ヒータ7、8が近接して設けられている。

したがって、ヒータ7にのみ電力を印加すると、分岐部4 b の分岐コア5 a 側と、分岐コア5 a の分離部4 c が加熱される。温度の上昇は熱光学効果による有効屈折率の減少を引き起こす。その結果、加熱されていない分岐部4 b の分岐コア5 b 側から分岐コア5 b に光が伝搬するようになる。

一方、ヒータ8にのみ電力を印加した場合は、分岐部4 b の分岐コア5 b 側と分岐コア5 b の分離部4 c が加熱されるため、加熱されていない分岐部4 b の分岐コア5 a 側から分岐コア5 a に光が伝搬するようになる。

【0007】

その結果、ヒータ7を作動させたときは、ポート6 a に入射した光は分岐コア5 b を経てポート6 c から出射し、ヒータ8を作動させたときは、ポート6 a から入射した光は分岐コア5 a を経て6 b から出射する。

そして、ヒータ7とヒータ8を作動させるスイッチを切り替えることによって、ポート6 a に入射した光をポート6 b、6 c のいずれかから任意に出射させることができる光スイッチとしての機能が得られる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

この光スイッチにおいて、分岐部4 b から分岐コア5 a もしくは分岐コア5 b に光を導くためには、ヒータ7もしくはヒータ8の加熱によって、分岐部4 b における温度分布（屈折率分布）を適切に調節することが必要である。

加熱温度が低いと、分岐部4 b の加熱部において屈折率の十分な変化量を実現することができない。その結果、この加熱部を光が伝搬し、加熱されている分岐コアに到達することにより、挿入損失となる。

逆に温度が高すぎると、光を出射させる分岐コア側の屈折率まで変化してしまうため、光を出射させる分岐コアに光が到達できなくなり、やはり挿入損失が大きくなる。

一方、光を出射させない分岐コアは十分に加熱し、そのポートからの光の出射を抑制する必要がある。

【0009】

しかしながら、従来の光スイッチにおいては、分岐部4 b と分離部4 c とを一

体に加熱するため、分岐部4 bの温度分布を適切に設定すると分離部4 cが十分に加熱されず、逆に分離部4 cの加熱条件を適切に設定すると、分岐部4 bの適切な温度分布が得られない場合があった。

したがって加熱条件の調整が難しく、挿入損失の低減が困難であった。

【0010】

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、熱光学効果を利用した光スイッチにおいて、挿入損失の低減を図ることを課題とする。

具体的には、コアの分岐部の温度分布の調整と、分岐したコアの加熱を適切に行うことができる光スイッチを提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明においては、クラッド層の中に、光を導波するコアが設けられ、このコアが、実質的に、その途中で分岐部を介して複数のコアに分岐しており、この分岐部を加熱するヒータと、分岐した複数のコアを加熱するヒータが設けられている光スイッチであって、分岐部を加熱するヒータと、分岐した複数のコアを加熱するヒータとが、別々に制御されるようになっていことを特徴とする光スイッチを提案する。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の光スイッチの第1の例を示した平面図である。クラッド層3は図5（b）に示した従来のものと同様に、基板2の上に形成されたものである。以下図5（b）も参照しながら説明する。なお、図5（a）、図5（b）に示した従来のものと同様の構成については同符号を付して説明を省略する。

【0013】

この例の光スイッチの特徴は、クラッド層3の上に設けられたヒータの構成である。

すなわち、分岐コア5 a側のヒータは、入射側直線部4 aの途中から分岐部4 bにかけて設けられた線状の分岐部ヒータ1 1と、この分岐部ヒータ1 1と間隔をあけて、分離部4 cに沿って設けられた線状の分岐コアヒータ1 2とから構成

され、これら分岐部ヒータ11と分岐コアヒータ12が別々に制御されるようになっている。

分岐部ヒータ11と分岐コアヒータ12の両端部には、それぞれ長方形状の電極パッド11a、11aおよび電極パッド12a、12aが設けられており、これらにはそれぞれ外部電極が接続されている。

【0014】

分岐部ヒータ11の入射側直線部4a側は、入射側直線部4aから離れた位置に配置されており、入射側直線部4aにおける光の伝搬を妨げないようにになっている。一方、分岐部4b側は分岐部4bの外縁に近接しており、分岐部4bの分岐コア5a側を加熱できるようになっている。

分岐コアヒータ12は分岐コア5aの分離部4cに近接して設けられている。分岐コアヒータ12は、分離部4cの形状にそって曲線状に形成すると好ましい。

【0015】

分岐コア5b側のヒータも分岐コア5a側のヒータと同様であって、分岐部ヒータ11と対向配置された、この分岐部ヒータ11と同様の構成の分岐部ヒータ13と、分岐コアヒータ12と対向配置された、この分岐コアヒータ12と同様の構成の分岐コアヒータ14とから構成され、これら分岐部ヒータ13と分岐コアヒータ14とが別々に制御されるようになっている。

分岐部ヒータ13と分岐コアヒータ14の両端部は電極パッド13a、13aおよび電極パッド14a、14aが設けられており、それぞれ外部電極が接続されている。

【0016】

この例において、基板2のサイズはY型コア4の長さ方向に平行な辺が10mm、これに直交する辺（幅）が3mm、厚さが1mmである。

入射側直線部4aおよび分岐コア5a、5bは、それぞれ長さ方向に直交する方向に切断した断面のサイズが $7\mu m \times 7\mu m$ である。

クラッド層3の厚さは約 $40\mu m$ 、Y型コア4は、クラッド層3の上下方向のほぼ中心に位置している。

また、分岐コア5a、5bの中心間の最大距離は0.25mmであり、最小距離は10μmである。Y型コア4の長さ方向において、分岐部4bの長さL1は約0.4mm、分離部4cの長さL2は4.4mmである。

また、入射側直線部4aと分岐部ヒータ11、13との最大距離は特に限定しないが、例えばそれぞれ10μm以上とする。入射側直線部4aは、そのポート6a側においては、分岐部ヒータ11、13と離れている方が好ましい。分岐部4bと分岐部ヒータ11、13との距離は特に限定しないが、例えば、分岐部4bの中心から分岐部ヒータ11、13の外縁までの距離が20μm以下程度とされる。

【0017】

この光スイッチにおいて、基板2としてはシリコン基板などが用いられる。クラッド層3と、Y型コア4は透明材料から形成されている。Y型コア4は光を導波するため、クラッド層3よりも高屈折率である。

Y型コア4は、熱光学効果が大きいため、好ましくはプラスチックから形成される。具体的には例えば、シリコーン樹脂、フッ化ポリイミドなどのポリイミド系樹脂、フッ化メタクリレートなどのメタクリル系樹脂などが用いられるが、ポリイミド系樹脂が好ましい。熱光学効果は屈折率の温度係数によって表されるが、ポリイミド系樹脂は熱光学効果が大きく、この温度係数が石英ガラスなどのガラス材料と比較して1桁大きいである。

クラッド層3は、好ましくはY型コア4の材料として例示したものと同様のプラスチックなどから形成される。

【0018】

この例においては、例えば特開平9-21920号公報に開示されている、複屈折の大きさが同程度の2種類のポリイミドの共重合体などを用いている。

この2種類のポリイミドの例としては、例えば2,2-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロプロパン二無水物(6FDA)と2,2'-ビス(トリフルオロメチル)-4,4'-ジアミノビフェニル(TFDB)から合成されるポリイミド(6FDA/TFDB)と、6FDAと4,4'-オキシジアニリン(4,4'-ODA)から合成されるポリイミド(6FDA/4,4'

-ODA)などを挙げることができる。そして、これらのポリイミドの共重合比を変更することによって、Y型コア4とクラッド層3の屈折率差を変化させることができる。

【0019】

クラッド層3とY型コア4をプラスチックから形成する場合は、この光スイッチは、例えば以下のようにして製造することができる。

すなわち、基板2の上面に、スピンドル法などにより、Y型コア4の下のクラッド層3の厚さに相当する下部クラッド層を形成し、その上面全体にY型コア4の厚さに相当するコア層を形成する。そして、このコア層を、Y型コア4のパターンに沿ってイオンエッティング法などによって加工し、Y型コア4を形成するとともに、Y型コア4の周囲に下部クラッド層を露出させる。そして、さらにスピンドル法などにより、これら下部クラッド層とY型コア4の上に上部クラッド層を形成し、下部クラッド層と上部クラッド層とが一体化したクラッド層3を完成させる。

ついで、このクラッド層3の上に蒸着法などによってチタン、金、アルミニウムなどからなる導電体薄膜を形成する。そしてこの導電体薄膜をエッティング法などによって加工して、長方形状の電極パッドと線状のヒータ部分とからなる電極パターンを形成し、分岐部ヒータ11、13および分岐コアヒータ12、14を完成させる。

【0020】

この光スイッチにおいては、分岐部4bを加熱する分岐部ヒータ11、13と、分岐コア5a、5bを加熱する分岐コアヒータ12、14とが別々に制御できるようになっている。

すなわち、ポート6cから光を出射させる場合は分岐部ヒータ11および分岐コアヒータ12を作動させて分岐コア5a側を加熱するが、このとき、分岐部ヒータ11の加熱温度を、分岐部4bに適切な温度分布を形成して分岐コア5b側に光を伝搬させるように制御する。一方、分岐コアヒータ12の加熱温度は、分岐コア5aを光が伝搬することを阻止し、ポート6bからの光の出射を十分に防止できるように制御する。

このように分岐部4 bと分岐コア5 aを、それぞれ適切な温度条件に制御することができるため、挿入損失の低減を図ることができ、かつ出射を予定しないポートからの光の出力を抑制することができる。

ポート6 bから光を出射させる場合は、同様にして分岐部ヒータ1 3および分岐コアヒータ1 4を作動させ、これらを別々に制御して分岐部4 bと分岐コア5 bを加熱する。

【0021】

この第1の例の光スイッチにおいては、分岐コア5 a、5 bが十分に加熱されることが望ましいため、図2に示したように、分岐コアヒータ1 2、1 4を、分岐コア5 a、5 bの分離部4 cの真上に配置することもできる。

【0022】

図3は本発明の第2の例を示したもので、この例において、第1の例と異なるのはヒータの構成である。

すなわち、分岐部ヒータと分岐コアヒータとが連続した略弓型の一体型ヒータ1 5、1 7が、これらの凸部が対向するように、分岐部4 bと分離部4 cにそって設けられている。

一体型ヒータ1 5の両端部のY型コア4の外側には長方形状の電極パッド1 6 a、1 6 aが設けられ、さらに、中央（分岐部4 bと分離部4 cとの間）にも電極パッド1 6 bが設けられている。

一体型ヒータ1 7においても同様であって、両端部に電極パッド1 8 a、1 8 aが設けられ、中央（分岐部4 bと分離部4 cとの間）に電極パッド1 8 bが設けられている。

【0023】

そして、一体型ヒータ1 5においては、両端部の電極パッド1 6 a、1 6 aと中央の電極パッド1 6 bから電力を印加する。このとき分岐部4 b側の電極パッド1 6 aに印加する電力と、分離部4 c側の電極パッド1 6 aに印加する電力の制御により、分岐部4 b側の分岐部ヒータ1 5 aと分離部4 c側の分岐コアヒータ1 5 bによる加熱温度を別々に制御することができる。

一体型ヒータ1 7においても同様であって、両端部の電極パッド1 8 a、1 8

aと中央の電極パッド18bから電力を印加し、分岐部4b側の電極パッド18aに印加する電力と、分離部4c側の電極パッド18aに印加する電力の制御により、分岐部4b側の分岐部ヒータ17aと分離部4c側の分岐コアヒータ17bによる加熱温度を別々に制御することができる。

【0024】

また、図4に示したようにY型コアが途中で物理的に分離している構成を適用することもできる。この例において、ヒータの構成は図1に示した第1の例と同様である。

この例のY型コア24は、入射側から伸びる1本の入射側直線部24aと、その出射側には形成された分岐部24bと、この分岐部24bの出射側から、間隔をおいて伸びる2本の分岐コア25a、25bが相互に離れるように曲線状、または直線状に配置された分離部24cと、さらにこれらの分岐コア25a、25bが平行に配置された出射側直線部24dとから構成されている。

【0025】

分岐部24bは、入射側直線部24aの幅が徐々に拡大している入射部27と分岐コア25a、25bの端部からなる出射部28とから構成されている。

入射部27の頂点27aからは入射側直線部24aが伸びており、この頂点27aに対向する底辺27bからは1～5μm程度のわずかな間隔をあけて、分岐コア25a、25bが伸びている。分岐コア25a、25bの端部（出射部28）は底辺27bに向かって徐々に細くなっている。

そして、入射側のポート26aから入射した光は、入射側直線部24aを経て分岐部24bに至り、頂点27aから入射部27に入射し、底辺27bから出射し、クラッド層3を経て分岐コア25a、25b（出射部28）に入射し、伝搬する。よって、この場合も光の伝搬は図1～図3に示したものと同様に行われる。

【0026】

したがって、本発明において「コアが、実質的に、その途中で分岐している」とは、図1～図3に示したように、コアが物理的に連続的に形成されている場合のみならず、図4に示したようにコアが物理的には途中で分断されていたとしても

、光が連続的に伝搬する構成となっている場合も包含するものとする。

そして、この例においても、分岐部ヒータ11および分岐コアヒータ12、あるいは分岐部ヒータ13および分岐コアヒータ14のいずれかを作動させることにより、光スイッチとしての機能が得られる。

【0027】

また、図1～図4に示した例においては、Y型コアが用いられ、入射側のポートが1つ、出射側のポートが2つの1×2型であるが、これに限定するものではない。

例えば用途に応じて、図1～図4に示したような1×2型のものを複数、多段に組み合わせた構成とすることもできる。例えば1×2型の光スイッチを用意し、一方の1×2型の光スイッチの出射ポートのひとつに他方の1×2型の光スイッチの入射ポートを接続すると、全体で1×3型の光スイッチを構成することができる。

また、例えば1枚の基板上に形成された同一クラッド層内に1×2型のふたつのY型コアを形成するにおいて、ふたつのY型コアを並列させ、一方のY型コアの出射ポート（分岐コア）のひとつと、他方のY型コアの出射ポート（分岐コア）のひとつが結合するように配置すると、ふたつの入射ポートと3つの出射ポートを備えた2×3型の光スイッチを構成することができる。また、このとき、ふたつのY型コアにおいて、2つの出射ポート（分岐コア）どうしがそれぞれ結合するように配置すると、ふたつの入射ポートとふたつの出射ポートを備えたw×2型の光スイッチを構成することができる。

【0028】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の光スイッチにおいては、分岐部を加熱するヒータと、分岐した複数のコアを加熱するヒータとが別々に制御されるようになっているため、分岐部と分岐したコアを、それぞれ適切な温度条件に制御することができる。その結果、挿入損失の低減を図ることができ、かつ出射を予定しないポートからの光の出力を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光スイッチの第1の例を示した平面図である。

【図2】 図1に示した光スイッチのヒータの配置の他の例を示した平面図である。

【図3】 本発明の光スイッチの第2の例を示した平面図である。

【図4】 本発明の光スイッチにおいて、コアが分岐部の途中で分割されている構成例を示した平面図である。

【図5】 図5 (a) は従来の光スイッチの一例を示した平面図、図5 (b) は図5 (a) に示したA-Aにおける断面図である。

【符号の説明】

3 … クラッド層、 4 … Y型コア、

4 a、 24 a … 入射側直線部、 4 b、 24 b … 分岐部、

4 c、 24 c … 分離部、 4 d、 24 d … 出射側直線部、

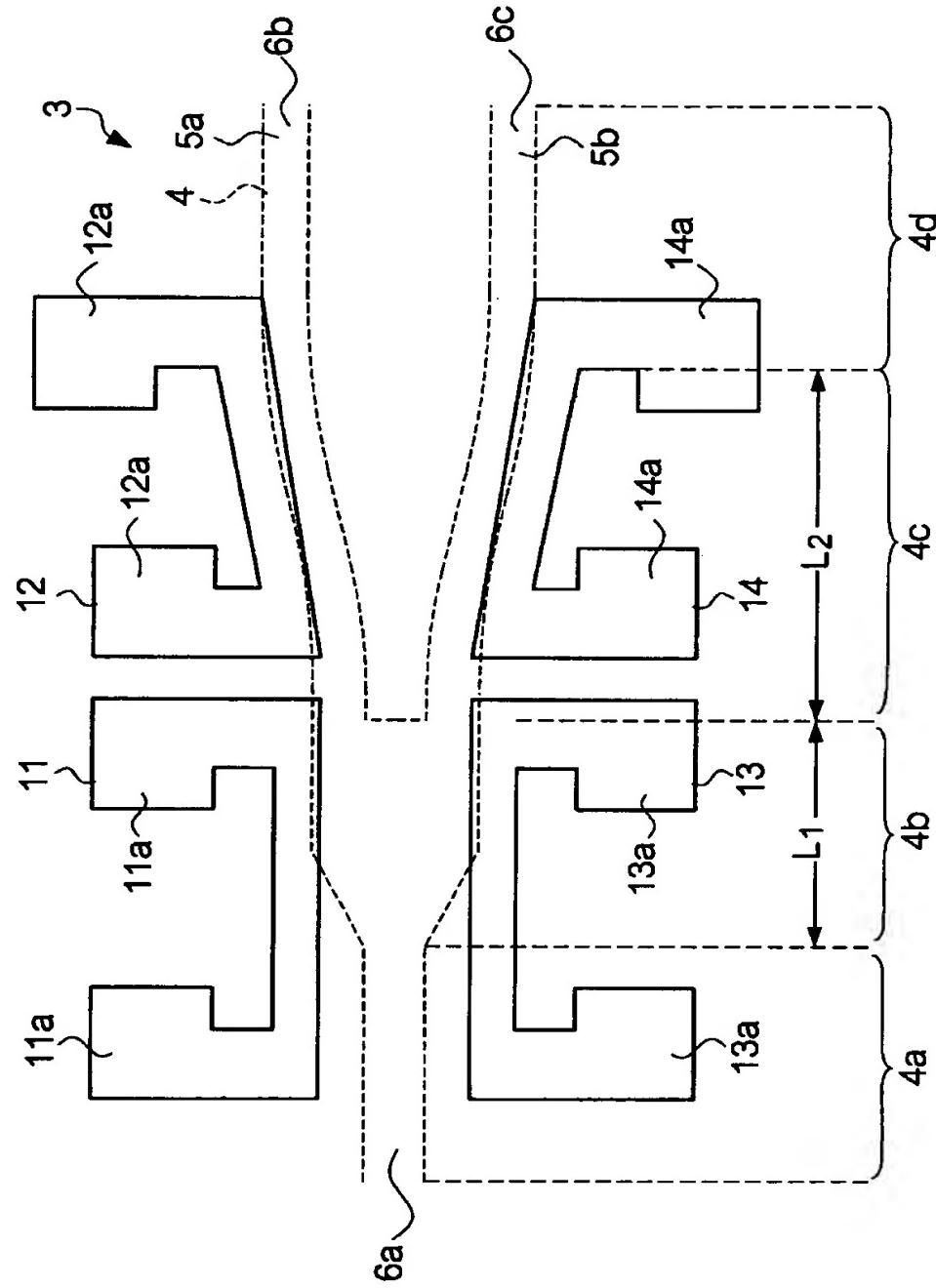
5 a、 5 b … 分岐コア、

11、 13、 15 a、 17 a … 分岐部ヒータ、

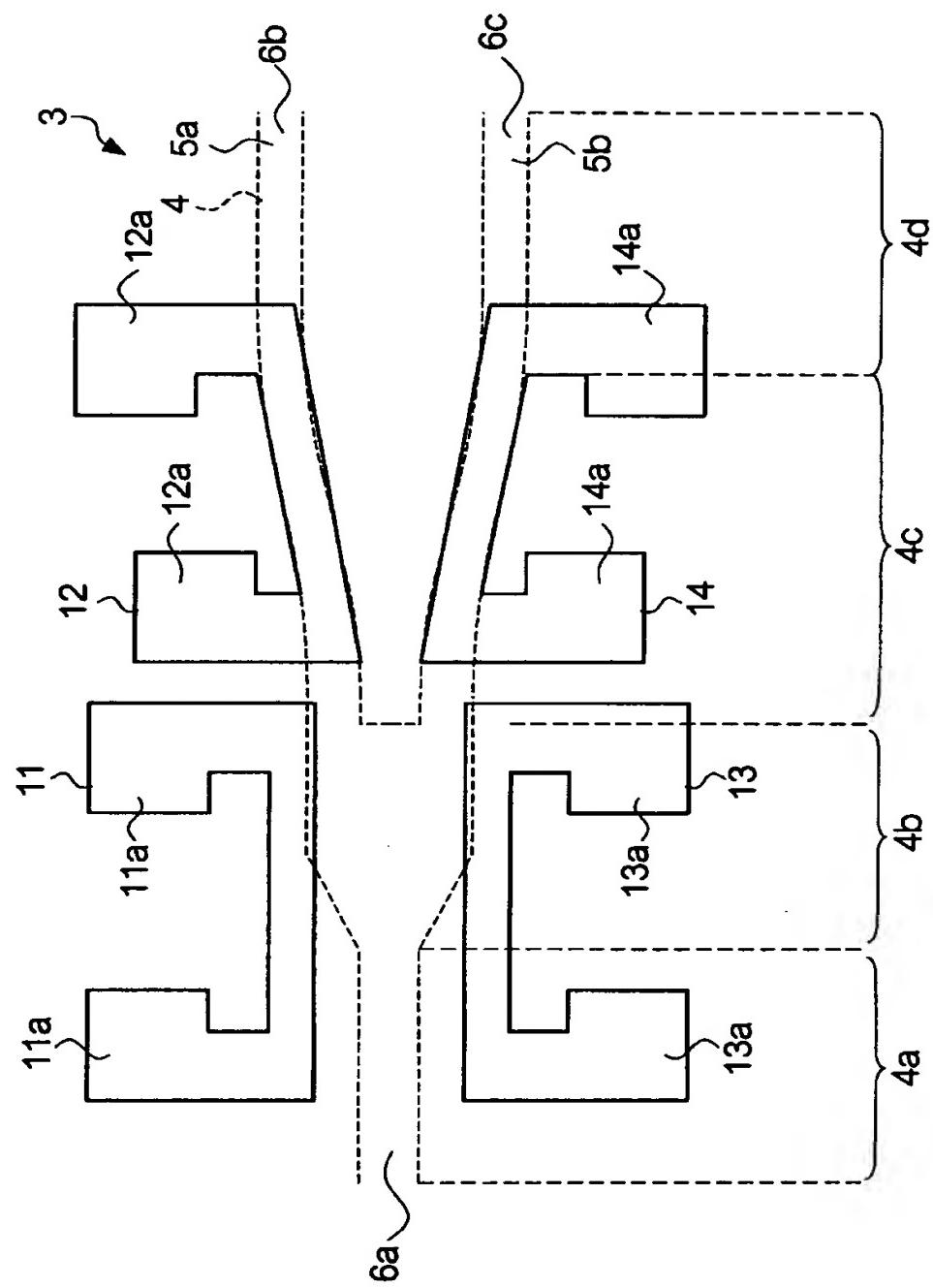
12、 14、 15 b、 17 b … 分岐コアヒータ。

【書類名】 図面

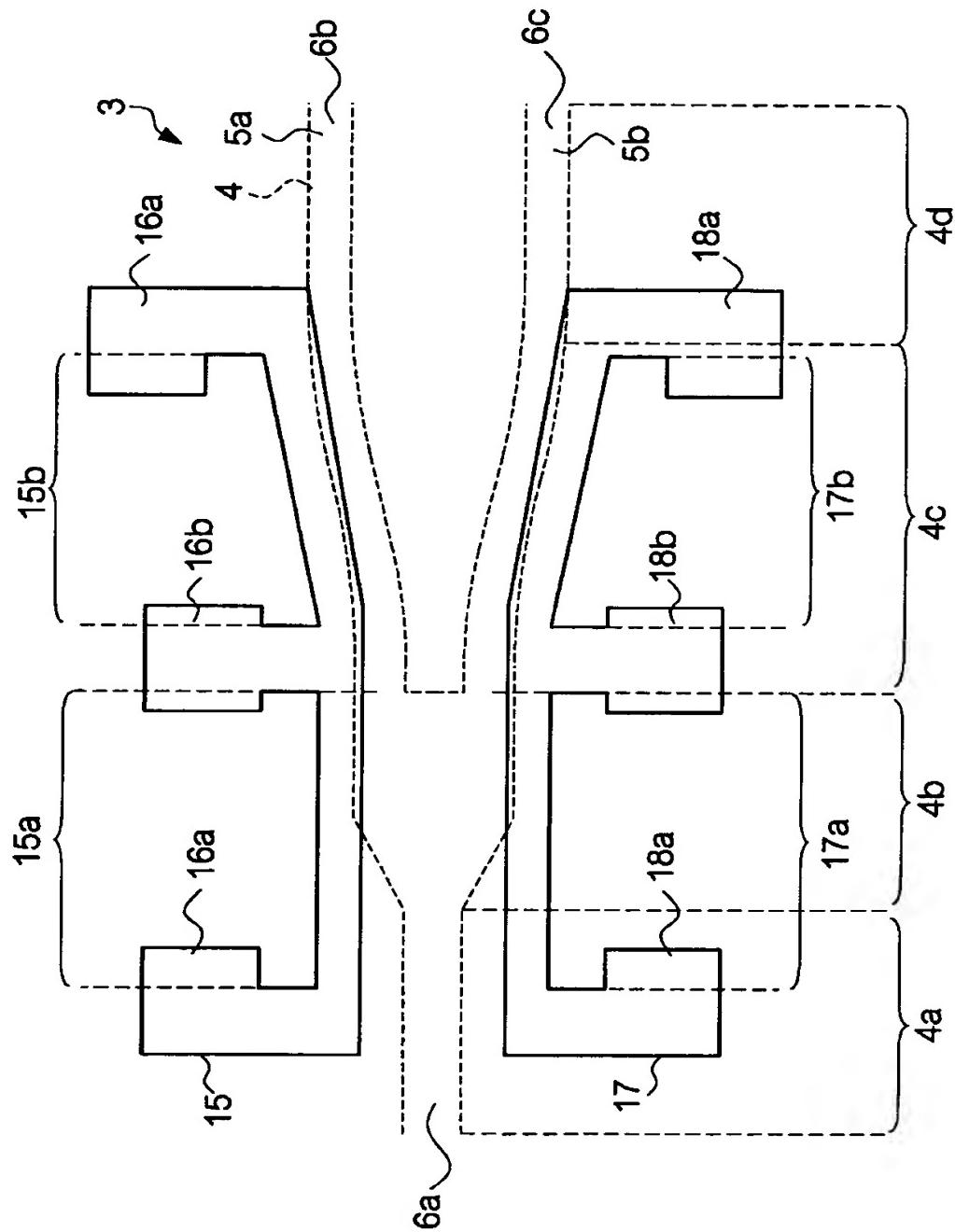
【図1】



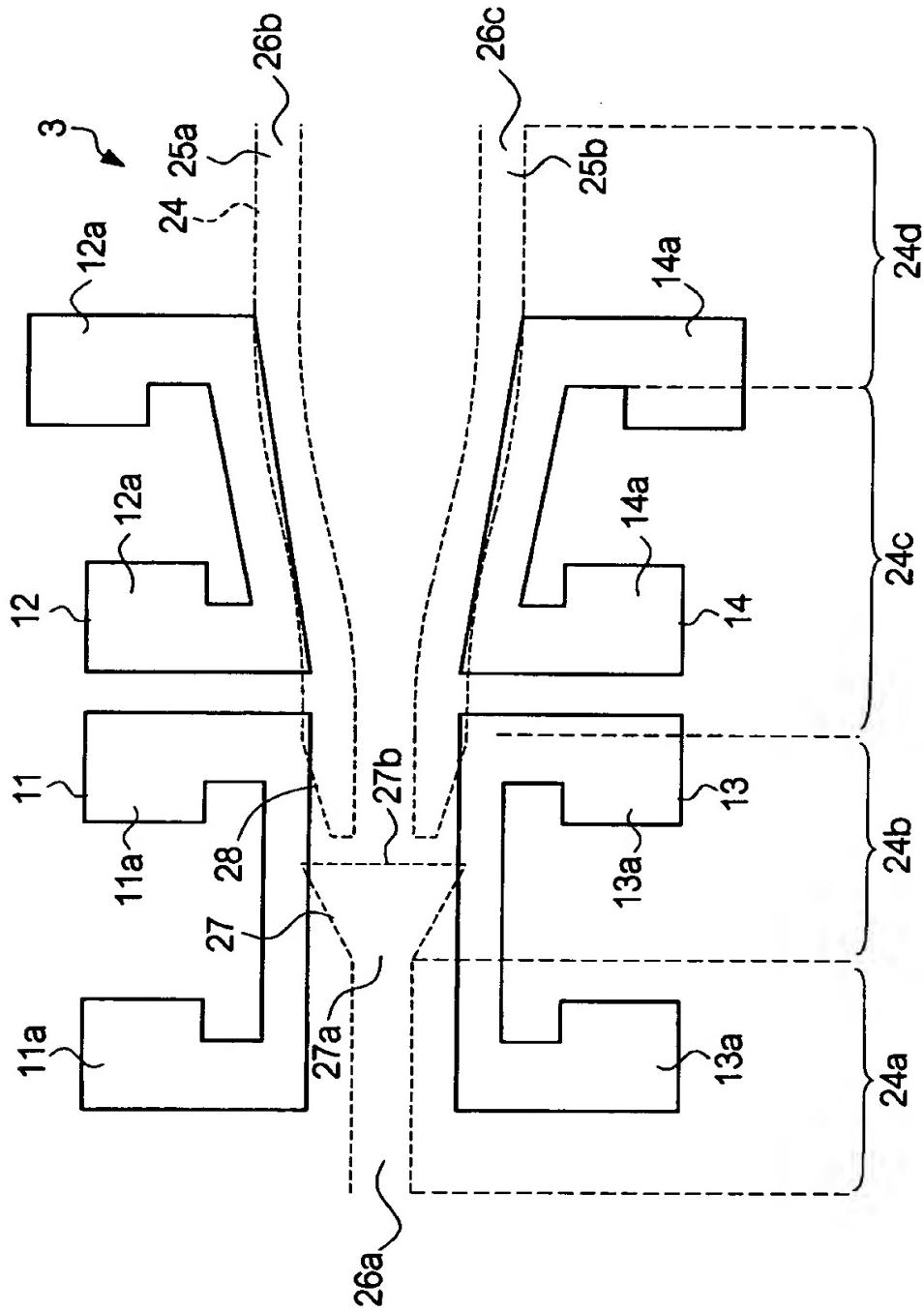
【図2】



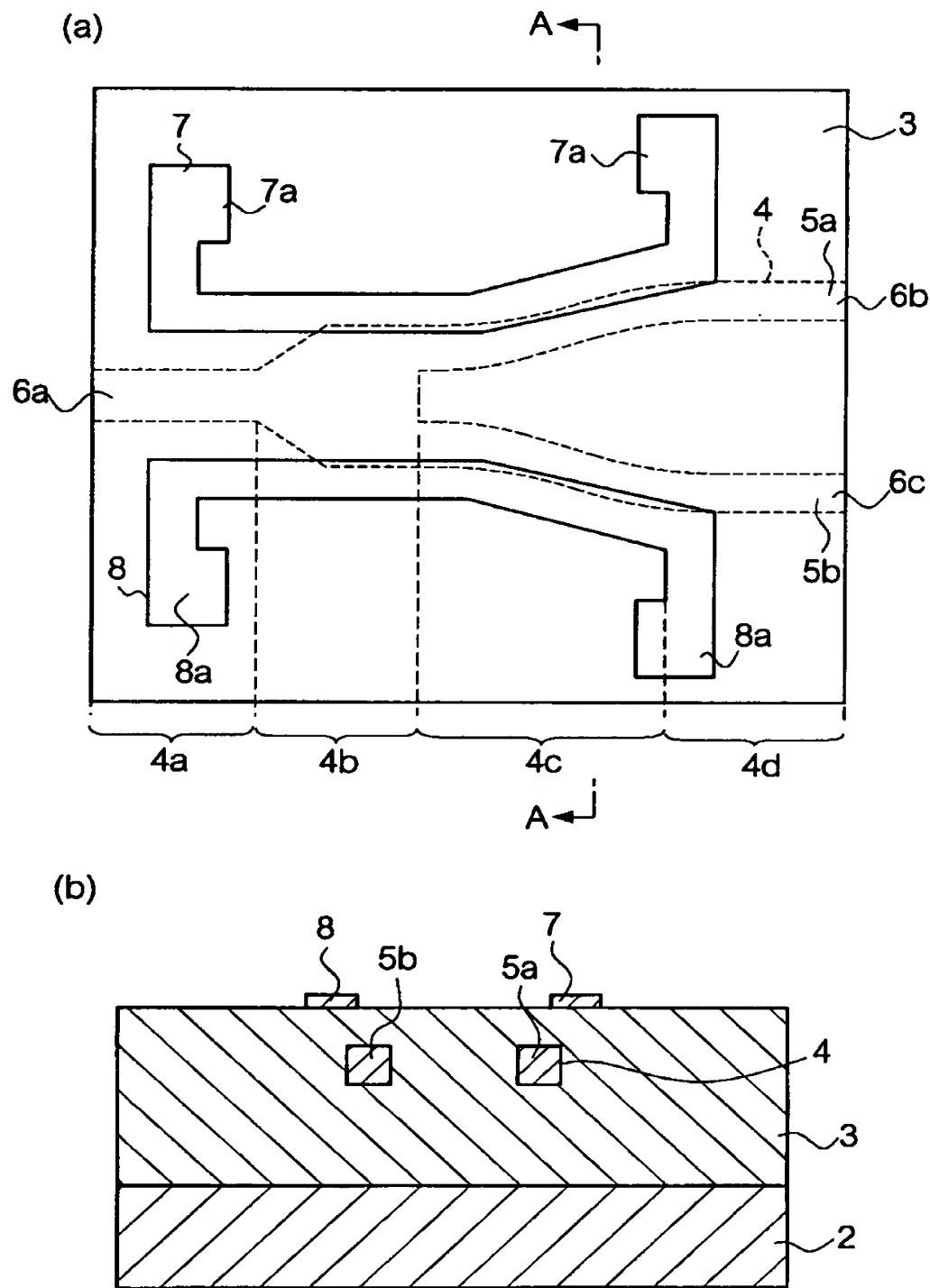
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱光学効果を利用した光スイッチにおいて、挿入損失の低減を図る。

【解決手段】 クラッド層3の中に、途中で分岐部4 bを介してふたつのコア（分岐コア5 a、5 b）に分岐しているY型コア4を設け、前記分岐部4 bを加熱する分岐部ヒータ11、13と、前記分岐コア5 a、5 bを加熱する分岐コアヒータ12、14が設け、この分岐部ヒータ11、13と、この分岐コアヒータ12、14とを別々に制御する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005186]

1. 変更年月日 1992年10月 2日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都江東区木場1丁目5番1号

氏 名 株式会社フジクラ